

Publication number: JP5263299

Publication date: 1993-10-12

Inventor:

Applicant:

Classification:

- **International:** *C25D5/00; C25D21/12; C25D21/14; C25D5/00; C25D21/12; (IPC1-7): C25D21/12; C25D5/00*

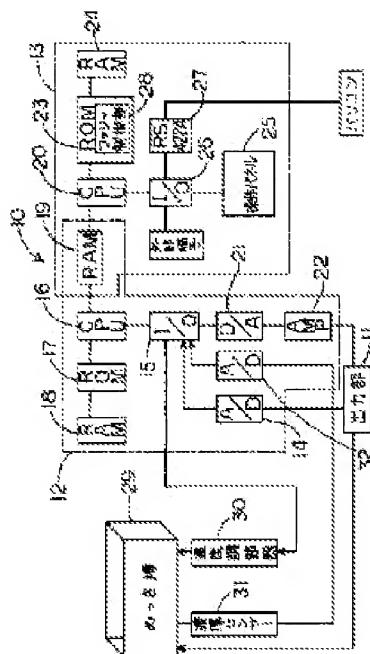
- **European:**

Application number: JP19920092039 19920317

Priority number(s): JP19920092039 19920317

[Report a data error here](#)

PURPOSE: To uniformize the thickness of a plating film layer and to improve film characteristics by executing fuzzy inference on a fuzzy control program with the state value of a plating liquid as an input value and controlling the output of a plating power source by this inference value. CONSTITUTION: The power source 10 for electroplating is constituted of an output section 11, an output control section 12 connected thereto and a display setting section 13, etc. The output section 11 is inputted with an AC current, converts the AC current to a DC and outputs the plating current. The output control section 12 controls the output section 11 and a temp. controller 30 by a CPU 16 having a ROM 17. Further, the display setting section 13 is inputted with the state value of the plating liquid from an operation panel 25 via a CPU20 and executes the fuzzy inference in a fuzzy control section 28 in accordance with the fuzzy control program contg. a ROM 23. This inference value and the set values contained in RAMs 18, 19, 24 are compared by the CPU20 and a correction value is calculated. The fuzzy feedback to add/subtract the correction value to/from the inference value is repetitively executed.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-263299

(43) 公開日 平成5年(1993)10月12日

(51) Int.Cl.⁵

C 2 5 D 21/12
5/00

識別記号

A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平4-92039

(22) 出願日 平成4年(1992)3月17日

(71) 出願人 000144038

株式会社三井ハイテック

福岡県北九州市八幡西区小嶺2丁目10-1

(72) 発明者 島津 浩志

福岡県北九州市八幡西区小嶺2丁目10-1

株式会社三井ハイテック内

(72) 発明者 樹添 政博

福岡県北九州市八幡西区小嶺2丁目10-1

株式会社三井ハイテック内

(72) 発明者 京 昌英

福岡県北九州市八幡西区小嶺2丁目10-1

株式会社三井ハイテック内

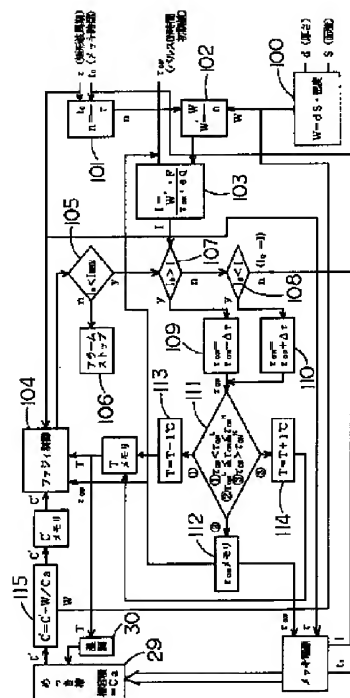
(74) 代理人 弁理士 中前 富士男

(54) 【発明の名称】 電気めっき用の電源装置

(57) 【要約】

【目的】 電解条件の濃度、温度、パルスオン時間及びパルスオフ時間、電流値などの状態値の出力制御の遠隔操作性、自動化及び作業性を向上させる電気めっき用の電源装置を提供し、これによって形成される金属被膜層の厚みの均一化を図ると共に、金属被膜層の高信頼性及び皮膜特性の向上を図る。

【構成】 めっき液の状態値を入力値としてファジィ推論を行い、前記ファジィ変数の推論値を演算出力する演算部を含み、該演算部によって出力される推論値とめっき条件によって算定される設定値とを比較し、該設定値と前記推論値とが一致するまで補正値を推論値に加減するファジィフィードバックを繰り返して最適制御値を推論するファジィ推論を行うファジィ制御プログラムを具備し、該ファジィ制御の演算は前記表示設定部13のCPU20にて行い、最適制御値を前記出力制御部12に入力してめっき条件の出力制御を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解条件のデータを表示・書き込みする設定手段と、それに基づく出力値を計算する演算処理手段を備えた表示設定部と、前記演算処理された条件値で、直流またはパルス等の電流、電圧の設定値を出力する出力部を制御する出力制御部とを有し、しかも前記表示設定部には、外部装置からデータの呼出、移送、そして出力制御を行う通信手段とを具備し、製品の素地上に防錆、導電性、耐熱性等の機能を有する金属皮膜を形成する電気めっき用の電源装置であって、めっき液の状態値を入力値としてファジィ推論を行い、前記ファジィ変数の推論値を演算出力する演算部を含み、該演算部によって出力される推論値とめっき条件によって算定される設定値とを比較し、該設定値と前記推論値とが一致するまで補正値を推論値に加減するファジィフィードバックを繰り返して最適制御値を推論するファジィ推論を行うファジィ制御プログラムを具備し、前記ファジィ制御の演算は前記表示設定部のCPUにて行い、最適制御値を前記出力制御部に入力してめっき条件の出力制御を行うことを特徴とする電気めっき用の電源装置。

【請求項2】 前記ファジィ制御部の出力値は、前記表示設定部に通信手段を介して入力されている請求項1記載の電気めっき用の電源装置。

【請求項3】 前記めっき液の状態値のファジィ変数は、濃度C、温度T、電流I、パルス周期 τ 及びパルスオン時間 τ_{ON} であることを特徴とする請求項1、2記載の電気めっき用の電源装置。

【請求項4】 前記濃度の状態値Cは、めっき液の初期濃度を C_0 、パルスオン時間によって析出するめっき重量を W_{ON} 、前記めっき槽の容積をCaとすると、 $C = C_0 - W_{ON} / Ca$

で表現されることを特徴とする請求項3記載の電気めっき用の電源装置。

【請求項5】 前記後件部の式は、濃度をC、温度をT、パルスオン時間を τ_{ON} 、パルス周期 τ として、 K_1 、 K_2 、 K_3 を定数とすると、 $I_0 = K_1 \cdot C + K_2 \cdot T + K_3 \cdot 1 / (\tau_{ON} / \tau) + K_4$

で表現される電流値の近似式であることを特徴とする請求項1～4記載の電気めっき用の電源装置。

【請求項6】 前記設定値は、操作者が手動入力したパルス周期(τ)、めっき時間(t_0)、めっき面積(S)及びめっき厚(d)の情報より演算算出したパルス当たりの析出量に相当する電流値(I)であることを特徴とする請求項1～4記載の電気めっき用の電源装置。

【請求項7】 ファジィ推論ルールに入力されるめっき液の状態値には、めっき液の状態検出値の他、操作者の手動入力値の情報も含むことを特徴とする請求項1～6

記載の電気めっき用の電源装置。

【請求項8】 めっき槽にはめっき液注入バルブを備え、めっき液の濃度が低くなると前記めっき液注入バルブを操作してめっき液の濃度が所定範囲を保つようになっている請求項1～7記載の電気めっき用の電源装置。

【請求項9】 めっき液注入バルブの操作はファジィ制御プログラムによって補正されるパルスオン時間 τ_{ON} がその最大値 $\tau_{ON}^{\#}$ より大きくなった場合である請求項8記載の電気めっき用の電源装置。

10 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、製品の素地上に金属被膜を生成する電解条件値を設定出力する電気めっき用の電源装置に係り、詳細には、めっき液の状態を表現するファジィ変数を選定し、その状態値を入力値としてファジィ推論をファジィ制御プログラム上で行い、その推論値でめっき電源の出力を制御するようにした電気めっき用の電源装置に関する。

【0002】

【従来の技術】電気めっきは、めっきしようとする金属の塩類を含む水溶液中に被めっき金属素地をカソード（陰極）として挿入し、適当なアノード（陽極）との間に適切な電解条件（電流値、パルスON時間、パルスOFF時間及び温度）で制御された電源装置から出力した直流またはパルス電流を通し、水溶液中の金属イオンをカソード面上に金属として還元析出させて素地上に所要の結晶を成形することによって金属のめっき被膜を形成する。近来、前記電解条件で制御される電気めっきに用いる電源装置は、生産の合理化、品位の均一安定性及び作業の効率化の要求に伴い、電源装置が具備する波形、電力効率、電圧変動率等の本来の機能のほかに、電圧・電流の無段階調整機能、遠隔操作機能、及び装置の自動化などの諸条件を備えた電源装置が強く要求される傾向にある。さらに、半導体装置分野に於ても、リードフレーム等の金属表面に被膜層を形成して耐腐食性、ボンディング性及び電導性等の機能を向上させる要求が増加し、さらに、半導体装置の高集積化が進み金属被膜層形成の膜厚の均一化、密着性及び被膜の多層化など金属被膜層の高信頼性及び皮膜特性の向上が求められている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】前記要望を解決する為に本出願人は先に、特願平3-228253号において、電解条件のデータを表示・書き込みする設定手段、それに基づく出力値を計算する演算処理手段を備えた表示設定部と、前記演算処理された条件値で出力部を制御する出力制御部と、直流またはパルス等の電流・電圧の設定値を出力する出力部と、前記表示設定部で設定した電解条件データを製品別に登録保存・読み出しするメモリ部とを有し、製品の素地上に防錆、電導性、耐熱性等の機能を有する金属被膜を生成するのに必要な電解

条件の直流またはパルス等の電流、電圧を設定してその制御を行う電気めっき用の電源装置を提案した。しかしながら、前記電気めっき用の電源装置は、過去に行っためっき条件設定データーを記憶保持して、該記憶保持したデーターを簡便に選択してめっき条件を設定できるようにしているのみであり、めっき条件の範囲が限定され、めっき条件範囲が充分でないという欠点がある。勿論、手動によって各条件を設定し、最良のめっき条件を選定することは理論上可能であるが、めっき条件は、例えば、めっき液温度、めっき液濃度、電流値、電流通過比等によって複雑に変わり、これらを全て条件設定することは極めて困難であった。本発明は、電解条件の濃度、温度、パルスオン時間及びパルスオフ時間、電流値などの状態値の出力制御の遠隔操作性、自動化及び作業性を向上させる電気めっき用の電源装置を提供し、これによって形成される金属被膜層の厚みの均一化を図ると共に、金属被膜層の高信頼性及び皮膜特性の向上を図ることを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】前記目的に沿う請求項1記載の電気めっき用の電源装置は、電解条件のデーターを表示・書き込みする設定手段と、それに基づく出力値を計算する演算処理手段を備えた表示設定部と、前記演算処理された条件値で、直流またはパルス等の電流、電圧の設定値を出力する出力部を制御する出力制御部とを有し、しかも前記表示設定部には、外部装置からデーターの呼出、移送、そして出力制御を行う通信手段とを具備し、製品の素地上に防錆、導電性、耐熱性等の機能を有する金属皮膜を形成する電気めっき用の電源装置であって、めっき液の状態値を入力値としてファジィ推論を行い、前記ファジィ変数の推論値を演算出力する演算部を含み、該演算部によって出力される推論値とめっき条件によって算定される設定値とを比較し、該設定値と前記推論値とが一致するまで補正値を推論値に加減するファジィフィードバックを繰り返して最適制御値を推論するファジィ推論を行うファジィ制御プログラムを具備し、前記ファジィ制御の演算は前記表示設定部のCPUにて行い、最適制御値を前記出力制御部に入力してめっき条件の出力制御を行うようにして構成されている。

【0005】請求項2記載の電気めっき用の電源装置は、請求項1記載の装置において、前記ファジィ制御部の出力値は、前記表示設定部に通信手段を介して入力されて構成されている。請求項3記載の電気めっき用の電源装置は、請求項1、2記載の装置において、前記めっき液の状態値のファジィ変数は、濃度C、温度T、電流I、パルス周期 τ 及びパルスオン時間 τ_{ON} であるようにして構成されている。請求項4記載の電気めっき用の電源装置は、請求項3記載の装置において、前記濃度の状態値Cは、めっき液の初期濃度を C_0 、パルスオン時間によって析出するめっき重量を W_{ON} 、めっき槽の容積を

C_a とすると、

$$C = C_0 - W_{ON} / C_a$$

で表現されるようにして構成されている。請求項5記載の電気めっき用の電源装置は、請求項1～4記載の装置において、前記後件部の式は、濃度をC、温度をT、パルスオン時間を τ_{ON} 、パルス周期 τ として、 K_1 、 K_2 、 K_3 を定数とすると、

$$I_0 = K_1 \cdot C + K_2 \cdot T + K_3 \cdot 1 / (\tau_{ON} / \tau) + K_4$$

で表現される電流値の近似式であるようにして構成されている。請求項6記載の電気めっき用の電源装置は、請求項1～4記載の装置において、前記設定値は、操作者が手動入力したパルス周期(τ)、めっき時間(t_0)、めっき面積(S)及びめっき厚(d)の情報より演算算出したパルス当たりの析出量に相当する電流値(I)であるようにして構成されている。請求項7記載の電気めっき用の電源装置は、請求項1～6記載の装置において、ファジィ推論ルールに入力されるめっき液の状態値には、めっき液の状態検出値の他、操作者の手動入力値の情報も含むようにして構成されている。請求項8記載の電気めっき用の電源装置は、請求項1～7記載の装置において、めっき槽にはめっき液注入バルブを備え、めっき液の濃度が低くなると前記めっき液注入バルブを操作してめっき液の濃度が所定範囲を保つようにして構成されている。そして、請求項9記載の電気めっき用の電源装置は、請求項8記載の装置において、めっき液注入バルブの操作はファジィ制御プログラムによって補正されるパルスオン時間 τ_{ON} がその最大値 $\tau_{ON}^{\#}$ より大きくなった場合であるようにして構成されている。

【0006】

【実施例】続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施例につき説明し、本発明の理解に供する。ここに、図1は本発明の一実施例に係る電気めっき用の電源装置の動作状況を示すフロー図、図2は前記電気めっき用の電源装置の概略ブロック図、図3はメンバーシップ関数を示すグラフである。

【0007】図2に示すように、本発明に一実施例に係る電気めっき用の電源装置10は、交流電源を入力とし直流を出力する出力部11と、該出力部11に連結される出力制御部12と、データー設定と演算及び通信を行う表示設定部13とを有して構成されている。以下、これらについて詳しく説明する。前記出力部11は交流電圧を降圧するトランス、該降圧された交流を直流に直す整流部、整流された脈流を平滑化するコンデンサー、及び該平滑化された直流を制御する並列接続されたパワーMOS-FETを有してなり、該パワーMOS-FETを制御して出力を直流、パルス化し、更には電圧あるいは電流の制御を行っている。

【0008】そして、前記出力部11には、電流検出部及び電圧検出部を有し、それぞれAD変換器14によ

5

てデジタル変換し、インターフェイス回路15を介して出力制御部12のCPU16に検出データを送れるようになっている。前記CPU16には該CPU16の実行プログラムが記録されたROM17と、必要に応じてデータの記憶を行うRAM18が接続されていると共に、デュアルポートRAM19も接続されている。該デュアルポートRAM19は、該CPU16からも読み書き込みが行なえると共に前記表示設定部13のCPU20からもデータの読み書きが行なえる構造となっている。そして、前記CPU16には、インターフェイス回路15を介してDA変換器21と、アンプ22が接続されて、前記CPU16によって演算処理した電流あるいは電圧条件によって前記出力部11を駆動できるようになっている。

【0009】一方、前記CPU20には、該CPU20の実行命令を記憶したROM23、及び一時的にデータの記憶を行うRAM24が設けられている。そして、該CPU20に接続される前記ROM23には、操作パネル25に設けられた入力キーから手動によって入力される信号に基づき、独立にめっき条件のデータの書き込み設定を行え、それに基づく出力値を演算する演算処理手段とのプログラム及びファジィ制御プログラムが記載されている。そして、前記CPU20には、インターフェイス回路26、RS422A端子27を介して外部の他の制御装置（例えば、パソコン）に連結されている。なお、ROM23に格納された前記ファジィ制御プログラムが以下に説明するファジィ制御部28を構成している。

【0010】前記出力部11を介して行うめっき条件は、例えば、先に出願した特願平3-228253号に詳細に示すように、定電流制御で行う場合にはその電流設定値、定電圧制御で行う場合には電圧設定値、パルスオン時間、パルスオフ時間、スローアップ、スローダウン等を予め設定でき、これらを組合せた品種を250以上登録可能なメモリ一部を備えている。なお、このメモリ一部は前記したRAM18、19または24の何れかを使用しても良いし、別に設けても良い。従って、前記条件を組み合わせて直流出力のスローアップ、スローダウン及びパルス出力のスローアップ、スローダウンも行なえるようになっている。

【0011】更には、電源の異常を監視するため、前記電流検出部及び電圧検出部の出力と、設定された電流及び電圧を比較してアラームを発生するようになっており、負荷電圧及び電流の条件に応じて短絡、開放、電圧異常、電流異常に区分し、これらを日本語にて前記操作パネル25のパネル表示部に表示するようになっている。また、めっき槽29にはヒーターと温度センサーとこれらの制御部とを有する温度調節器30が設けられ、出力制御部12の信号によって所定の温度に制御できるようになっている。また、該めっき槽29には該めっき

6

液の初期濃度を検出する濃度センサー31が設けられ、その出力はAD変換器32を介してデジタル信号でCPU16に入力されている。

【0012】続いて、前記ROM17、23に記載されているプログラムについて図1を参照しながら、その全体工程を説明する。まず、操作者によって操作パネル25から、めっき厚み d 、めっき面積 S 、めっき時間 t_0 、パルスめっきを行う場合の矩形波周期 τ 等のめっき条件を入力する。なお、めっき条件は予め設定されて、ラインまたは他の制御装置からの信号によって入力されるようになっていても良い。この実施例は前記パルスめっきによってめっき処理を行うものである。このめっき条件の入力によって、めっき重量 W を計算し（ステップ100）、パルス数 n を計算する（ステップ101）と共に、1パルス当たりのめっき重量 W' を計算する（ステップ102）。そして、予め入力されたパルスオン時間初期値 τ_{ON} と、前記めっき重量 W' からファラデーの法則から導かれる次式によって、設定値となる必要電流値 I を算出する（ステップ103）。

$$I = W' \cdot F / (\tau_{ON} \cdot eq)$$

なお、ここで、 F はファラデー係数、 eq はめっきされる金属のグラム等量を示す。

【0013】次に、予めめっき槽29に投入されためっき液の初期濃度を濃度センサー31によって検出する。そして、該めっき液の温度 T を過去の実験より決定される最適と思われる温度（例えば、60℃）を操作パネル25から入力して温度調節器30にて予め設定しておく。そして、めっき液の濃度 C 、めっき液の温度 T 、パルス周期 τ 、パルスオン時間 τ_{ON} を基に、予め実験されたデータに基づき、後述するファジィ演算（ステップ104）を行い、ファジィ推論値である推論電流値 I_0 を算出する。

【0014】次に、該推論電流値 I_0 が最大電流値 I_{max} を越えているか否かを判断して（ステップ105）、最大電流値 I_{max} を越えている場合にはアラームを発し、めっき処理を中止する（ステップ106）。そして、該推論電流値 I_0 が、最大電流値を越えていないことを条件として、前記推論電流値 I_0 が前記必要めっき電流値 I をより、多いか少ないかを判断して（ステップ107、108）、多い場合にはステップ109にて予め設定された微小時間 $\Delta\tau$ を引いて、少ない場合にはステップ110には前記 $\Delta\tau$ を加えて、前記修正されたパルスオン時間 τ_{ON} が、予め実験によってめっきが良好であることが確認された設定される最小パルスオン時間 τ_{ON}^1 と、最大パルスオン時間 τ_{ON}^2 の間に入ることを確認して（ステップ111）、パルスオン時間 τ_{ON} をメモリする（ステップ112）。

【0015】そして、前記メモリされたパルスオン時間 τ_{ON} を前記ファジィ制御部28にてファジィ推論を行い再度推論電流値 I_0 を演算し、更にはステップ103に

7

入力して必要電流値 I を演算する。以上の結果を、ステップ105、107、108で再度比較判定を繰り返し、ファジィ制御部によって演算された推論電流値 I_0 と必要電流値 I が一致しない場合には、ステップ109、110で必要な修正を行う。以上の過程を経ても推論電流値 I_0 と必要電流値 I が一致せず、パルスオン時間 τ_{ON} を徐々に修正した結果、該パルスオン時間 τ_{ON} が、その最小値より小さくなった場合には、めっき槽29の温度 T を1℃下げる命令をし（ステップ113）、温度調節器30に操作して、めっき槽の温度を1℃下げる。この結果を再度ファジィ制御部28で演算して、推論電流値 I_0 を演算するという工程を繰り返す。

【0016】また、前記修正したパルスオン時間 τ_{ON} がその最大値を越えることになった場合には、めっき槽29の温度を1℃上昇させる（ステップ114）という演算処理を繰り返し行って、ファジィ制御部28によって演算された結果と、必要電流値 I が一致した場合に、その値で、出力制御部12を制御して、所定の電流 I_0 （略必要電流値 I に等しい）で、所定のパルスオン時間 τ_{ON} でめっきを行う。ここで、前記温度調節器30を制御して、めっき槽の温度を調整するには時間がかかるので、めっき槽29の温度は実際の温度 T_1 を測定して、該温度 T_1 をファジィ制御部28の入力温度とすることも可能である。

【0017】以上の操作を行った結果、めっき電流 I （= I_0 ）が流れると、該めっき電流に対応する金属量がめっき液から除去されるので、この値を計算して（ス

8

テップ115）刻々その条件をファジィ制御部28によって演算を行い、めっき電流が最適値であるようにめっき槽の温度 T 及びパルスオン時間 τ_{ON} を制御する。これによって常時安定しためっきを行うことができる。以上の工程を繰り返してめっきを行うと、めっき液の濃度が薄くなり、めっき液の温度を上昇させても、適性なめっきができなくなることになる。この場合は、作業を中断して、めっき液を交換することになる。この中断は、ファジィ制御部28によって行っても良いし、めっき電流を積算値から判断して行っても良い。また場合によっては、めっき槽29の濃度センサー31によって濃度を検出し、濃度 C が一定値以下になった場合にはアラームを発して中断するようにしても良い。

【0018】続いて、前記ファジィ制御部28によって行われているファジィ制御の一例について説明する。実際にめっき使用する条件で、予め実験によって良品域を測定しておき、めっき液の温度 T 、めっき液の濃度 C 、パルスオン時間 τ_{ON} によって、一次関数を作り、例えば、良品域の上限と下限との間にある4ポイントについて求め、その連立方程式を解いてその係数を求め、近似実験式を求める。前記実験式を基にして前記温度 T 、濃度 C 、パルスオン時間 τ_{ON} をファジィ変数として、これらをファジィラベルによって表し、これらを集合の要素と適合度の関係を式で表し、表1に示すように、ルールとなる8つの近似式を作る。

【0019】

【表1】

	温度	濃度	τ_{ON}	採用する近似式
A ₁	低	低	小	$\{(0.029*T+0.074*C+0.103/(\tau_{ON}/\tau) -4.63) *100$
A ₂	低	低	大	$\{(0.029*T+0.074*C+0.103/(\tau_{ON}/\tau) -4.63) *100$
A ₃	低	高	小	$\{(0.044*T+0.048*C+0.12/(\tau_{ON}/\tau) -3.62) *100$
A ₄	低	高	大	$\{(0.08*T+0.02 *C+0.19/(\tau_{ON}/\tau) -4.8) *100$
A ₅	高	低	小	$[\{(0.08*T+0.02*C+0.19/(\tau_{ON}/\tau) -4.63) *1$ $+ (0.044*T+0.048*C+0.12 (\tau_{ON}/\tau) -3.62) *6) /7] *100$
A ₆	高	低	大	$\{(0.08*T+0.02 *C+0.19/(\tau_{ON}/\tau) -4.8) *100$
A ₇	高	高	小	$\{(0.08*T+0.025*C+0.2/(\tau_{ON}/\tau) -4.8) *100$
A ₈	高	高	大	$\{(0.08*T+0.02 *C+0.19/(\tau_{ON}/\tau) -4.8) *100$

$$\text{電流密度} = \sum_{n=1} B_n / \sum_{n=1} C_n$$

$B_n = A_n$ の近似式の解×(A_nの条件で温度、濃度、 τ_{ON} のメンバーシップ関数より求められた適合度中一番小さい値)

$C_n = A_n$ の条件で温度、濃度、 τ_{ON} のメンバーシップ関数より求められた適合度中一番小さい値)

【0020】この作った式が実測に当てはまらない場合には、式に適当に重みを付けて新しい式を作る。入力にあっては、各ルールの前件部の重みの最小値をとり、後件部の各式の値に掛算をする。そして、8つのルールの後件部の値の和を前件部の重みの和で割り推論値とする。例えば、温度T=55℃、濃度C=65g/l、 τ

$\tau_{ON}=4ms$ が入力されたとすると、この時の温度、濃度及びパルスオン時間のメンバーシップ関数は、図3に示す通りであり、図3と表1から、表2に示すような式が得られ、該式から電流密度は数1の通りとなる。

【0021】

【表2】

	温 度	濃 度	τ_{ON}	近 似 式
A ₁	低	低	小	{0.029*55+0.074*65+0.103/(4/20)-4.68} *100=224
適合度	1.0	MIN 1/2	2/3	
A ₂	低	低	大	{0.029*55+0.074*65+0.103/(4/20)-4.68} *100=224
適合度	1.0	1/2	MIN 1/3	
A ₃	低	高	小	{0.044*55+0.048*65+0.12/(4/20)-3.62} *100=252
適合度	1.0	MIN 1/2	2/3	
A ₄	低	高	大	{0.08*55+0.02*65+0.19/(4/20)-4.8} *100=185
適合度	1.0	1/2	MIN 1/3	
A ₅	高	低	小	[{(0.08*55+0.02*65+0.19/(4/20)-4.8)*1 +(0.044*55+0.048*65+0.12/(4/20)-3.62)*6} /7] *100=242.4
適合度	MIN 0	1/2	2/3	
A ₆	高	低	大	{0.08*55+0.02*65+0.19/(4/20)-4.8} *100=185
適合度	MIN 0	1/2	1/3	
A ₇	高	高	小	{0.08*55+0.025*65+0.2/(4/20)-4.8} *100=222.5
適合度	MIN 0	1/2	2/3	
A ₈	高	高	大	{0.08*55+0.02*65+0.19/(4/20)-4.8} *100=185
適合度	MIN 0	1/2	1/3	

【0022】

* * 【数1】

$$\begin{aligned}
 \text{推論電流値 (I}_0\text{)} &= \{224*(1/2)+224*(1/3)+252*(1/2)+185*(1/3)+242.4*(0)+222.5*(0)+ \\
 &\quad 185*(0)\} / (1/2+1/3+1/2+1/3+0+0+0) \\
 &= 224.6 \text{ A/dm}^2
 \end{aligned}$$

【0023】このようにして、ファジィ制御部28で推論電流値I₀を演算し、該推論電流値I₀と前記必要電流値Iとをステップ105、107、108で比較判断して、異なる場合には、まずパルスオン時間 τ_{ON} を変化させ、それでも推論電流値I₀がI近傍の所定範囲に入らない場合には温度を変化させて、めっき条件を自動的に算出する。

【0024】前記実施例においては、ファジィ制御部を電源装置本体に内蔵しているが、ファジィ制御部を外付けし、その演算の出力値を通信回線を用いて前記表示設定部に入力することも可能である。

【0025】

【発明の効果】請求項1～9記載の電気めっき用の電源装置は以上の説明からも明らかなように、作業者が持つ経験的な知識を生かしてめっき条件を決定するノウハウをファジィ推論ルールの知識として持たしているから、作業者が行うと同様にいろいろな多元的な情報や要素を加味したうえで最適めっき条件を得ることができ、きめ細かいめっき電流の出力制御が実現できる。そして、多数の検出センサーや手動入力による多元的な情報を用いることによって各種の情報を考慮した最適条件を決定できるから、作業者の経験的な知識が生かされリアルタイムのめっき制御システムの設計の範囲が拡大する。

50 【図面の簡単な説明】

13

14

【図1】本発明の一実施例に係る電気めっき用の電源装置の主要部の動作状況を示すフロー図である。

【図2】同電気めっき用の電源装置の概略ブロック図である。

【図3】メンバーシップ関数のグラフである。

【符号の説明】

10 電気めっき用の電源装置

11 出力部

12 出力制御部

13 表示設定部

14 AD変換器

15 インターフェイス回路

16 CPU

17 ROM

18 RAM

19 デュアルポートRAM

20 CPU

21 DA変換器

22 アンプ

23 ROM

24 RAM

25 操作パネル

26 インターフェイス回路

27 RS422A端子

10 28 ファジィ制御部

29 めっき槽

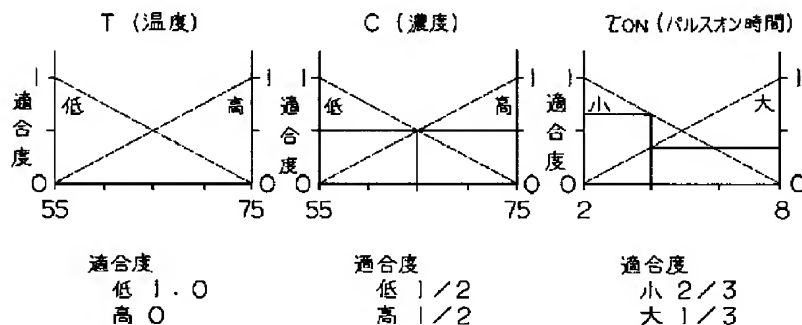
30 温度調節器

31 濃度センサー

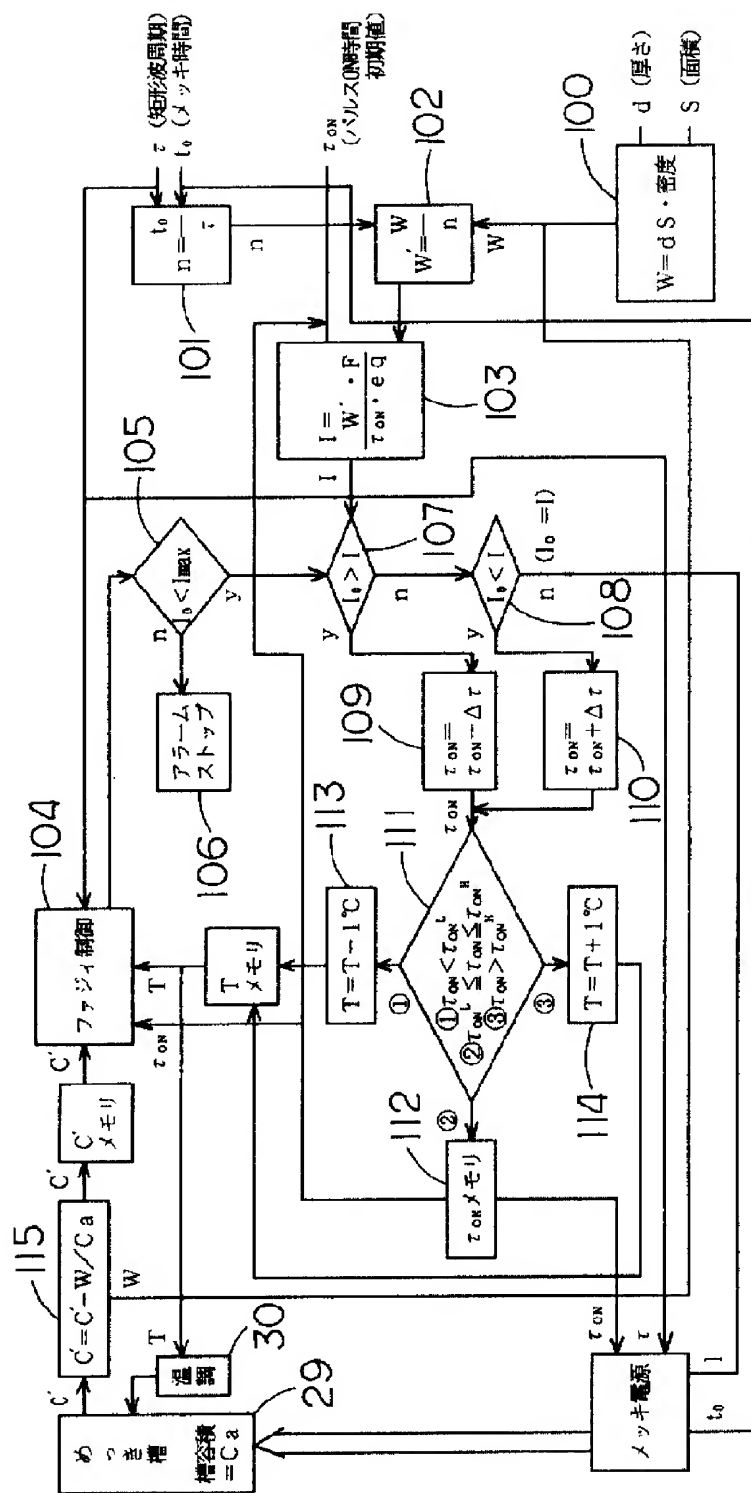
32 AD変換器

【図3】

メンバーシップ関数



【図1】



【図2】

